

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-21174

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月28日

(51) IntCl.⁶

識別記号

F I

C 0 4 B 35/58

C 0 4 B 35/58

1 0 4 Q

H 0 5 K 7/20

H 0 5 K 7/20

Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平9-177113

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月2日

(71) 出願人

000003296

電気化学工業株式会社

東京都千代田区有明町 1丁目4番1号

(72) 発明者

守野 克典

福岡県大牟田市新開町 1 電気化学工業株
式会社大牟田工場内

(72) 発明者

中村 美幸

福岡県大牟田市新開町 1 電気化学工業株
式会社大牟田工場内

(72) 発明者

伏井 廣人

福岡県大牟田市新開町 1 電気化学工業株
式会社大牟田工場内

(54) 【発明の名称】 放熱板

(57) 【要約】

【課題】厚みが1～5mmにして高熱伝導性であり、耐荷重、抗折強度、絶縁性等の信頼性に優れた窒化アルミニウム製放熱板を提供すること。

【解決手段】押し出し成型法で成形されたグリーンシート焼結体であって、熱伝導率120W/mK以上、抗折強度300MPa以上、触針式粗さ計で測定された平均表面粗さRa0.1～0.8μm、厚み1～5mmの窒化アルミニウム焼結体からなることを特徴とする3μm以上の表面研磨が施されていない放熱板。

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 押し出し成型法で成形されたグリーンシートの焼結体であって、熱伝導率 120 W/mK 以上、抗折強度 300 MPa 以上、触針式粗さ計で測定された平均表面粗さ Ra $0.1 \sim 0.8\text{ }\mu\text{m}$ 、厚み $1 \sim 5\text{ mm}$ の窒化アルミニウム焼結体からなることを特徴とする $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上の表面研磨が施されていない放熱板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子部品のパワーモジュール等を製造する際の治具ないしは電子機器に組み込んで使用される窒化アルミニウム焼結体からなる放熱板に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ロボット・モーター等の産業機器、電車・電気自動車等の輸送機器などの大電力モジュールないしはトランジスタ・サイリスタ等の発熱性電子部品の製造とその使用においては、発生した熱を系外に放散させ信頼性を高めるために絶縁放熱板が使用されており、その一例をあげれば窒化アルミニウム焼結体、窒化ホウ素焼結体である。

【0003】 特に、大電力モジュールでは、従来のアルミナ基板に代わって高熱伝導性の窒化アルミニウム基板が注目されており、その粉末及び焼結体の製造方法も種々報告されている。このような窒化アルミニウム基板を用いた大電力モジュールも、ロボット・工作機械等の産業用機械から、近年では電車・電気自動車等の信頼性が重要視される部品への使用が期待されている。

【0004】 窒化アルミニウムを使用した絶縁放熱板においても、金属板と窒化アルミニウムとの熱膨張率の違いにより、ヒートサイクルにより金属板が剥がれたり、窒化アルミニウム基板にクラックが生じ絶縁不良が発生するという重大な問題がある。

【0005】 一方、トランジスタやサイリスタ等の発熱性電子部品においては、その熱の除去が重要な課題となっており、従来、発熱性電子部品を電気絶縁性の熱伝導性シートを介して放熱フィンや金属板にとりつけて熱を除去することが一般的に行われている。その熱伝導性シートとしては、シリコーンゴムに窒化ホウ素粉末の充填された放熱シートが用いられ、特に高熱伝導性が必要な部品には窒化ホウ素焼結体からなる放熱板が使用されている。しかし、窒化ホウ素製放熱板は、窒化ホウ素粉が高価であるためコスト高となり、また耐荷重が低いために締め付け時に割れるという問題があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、厚みが厚く、高熱伝導性かつ高信頼性の窒化アルミニウム製放熱板を窒化ホウ素製放熱板よりも安価に提供することを目的とするものである。

【0007】

2

【課題を解決するための手段】 すなわち、本発明は、押し出し成型法で成形されたグリーンシートの焼結体であって、熱伝導率 120 W/mK 以上、抗折強度 300 MPa 以上、触針式粗さ計で測定された平均表面粗さ Ra $0.1 \sim 0.8\text{ }\mu\text{m}$ 、厚み $1 \sim 5\text{ mm}$ の窒化アルミニウム焼結体からなることを特徴とする $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上の表面研磨が施されていない放熱板である。

【0008】

【発明の実施の形態】 以下、更に詳しく本発明について説明する。

【0009】 本発明者は、厚みの厚いシート状窒化アルミニウム焼結体を製造するためのシート成型法につき、ドクターブレード法、押し出し成型法、乾式プレス法、射出成型法、スリップキャスト法について検討した。

【0010】 その結果、乾式プレス法と射出成型法では、バインダー量が多くなるため焼成時の収縮率が大きくなり、寸法精度が取れないため、焼結体を研磨加工して放熱板とする必要がある。スリップキャスト法は、少ロットの異形品向きで量産性に劣り、厚みが厚い成型体では厚みムラが生じやすい。また、スラリー粘度を低くする必要があるので窒化アルミニウム粉末の加水分解により熱伝導性が低下する。

【0011】 ドクターブレード法によれば、厚み $0.5 \sim 1\text{ mm}$ の成型品は可能であるが、厚みが 1 mm 程度を越えると厚みムラが大きくなり、特に端部と中心部の厚み差が $40\text{ }\mu\text{m}$ 以上になることもあり大きな反りを生じようになる。更には、厚みの厚いものは、シート成型後に有機溶剤を乾燥・除去する際、蒸発する有機溶剤によって表面が荒れたりピンホールが発生し、放熱板としては不適となる。

【0012】 これに対し、押し出し成型法によれば、ダイスのクリアランスを大きくするだけで容易に厚みの厚いシートを成型することができ、しかも成型圧力を $5 \sim 10\text{ MPa}$ と高くすることができるので成型体密度を上げることもできる。その結果、焼成時の寸法精度が良好となるので、グリーンシートの段階で収縮率を考慮したサイズにプレス又は切り出しておくことによって、焼成後は $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上の表面研磨をすることなく、乾式ホーニング、湿式ホーニング、バフ研磨等による表面処理を行うだけで、接触式表面粗さ計による平均表面粗さ Ra が $0.1 \sim 0.8\text{ }\mu\text{m}$ である窒化アルミニウム製放熱板を製造することができる。

【0013】 以上のことから、本発明の窒化アルミニウム製放熱板は、押し出し成型法によって製造される。その押し出し成型の諸条件について更に詳しく説明すると、原料窒化アルミニウム粉末としては、酸素量 $1.5\text{ 重量}\%$ 以下、平均粒径 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下のものを用い、また焼結助剤としては、イットリウムの酸化物、フッ化物、塩化物、硝酸塩、硫酸塩等を用いる。中でもイットリアが好適であり、その割合は窒化アルミニウム粉末 $100\text{ 重量}\%$

3

量部対し3～5重量部とする。また、窒化アルミニウム粉末は、加水分解を防止するためにステアリン酸、オレイン酸、リン酸等で表面処理されているものであり、その使用量は窒化アルミニウム粉末100重量部に対し0.5～5重量部である。

【0014】有機結合剤は、メチルセルロース、エチルセルロース等の水系のものが使用され、その使用量は窒化アルミニウム粉末100重量部に対し4～15重量部である。可塑剤としては、精製グリセリン、グリセリントリオレート、ジエチレングリコール等を、窒化アルミニウム粉末100重量部に対し2～10重量部使用する。更に、必要に応じて分散剤、離型剤が配合される。溶媒としては純水が使用される。

【0015】上記材料は、万能混合機、ライカイ機、ミキサー、ロール等を用いて混合し、押し出し成型機でグリーンシートを成形する。グリーンシートの厚みの調節は、成型機吐出口のクリアランスを調整して行われる。グリーンシートは、プレス装置又は裁断機により所定形状にし、脱脂後、焼成される。

【0016】脱脂は、0.1～10kPaの減圧下でバインダーの分解及び水蒸気除去を行った後、450～530℃の温度で乾燥空気を導入して行われる。また、焼成は、窒素、アルゴン等の非酸化性雰囲気下、温度1600～2000℃で行われる。

【0017】以上のようにして製造された窒化アルミニウム焼結体は、3μm以上の表面研磨を行わないで、単なる乾式ホーニング、湿式ホーニング、バフ研磨等の表面処理だけで、厚み1～5mm、接触式表面粗さ計による平均表面粗さR_aが0.1～0.8μmの放熱板となる。また、密度3.0g/cm³以上、熱伝導率120～300W/mK以上、破壊荷重23N以上、抗折強度300MPa以上、絶縁耐圧18kV以上の窒化アルミニウム製放熱板となる。

【0018】このような窒化アルミニウム製放熱板は新規である。例えば、乾式プレス法、射出成型法では、研磨加工を行わないと本発明の特性を有するものは製造することができない。スリップキャスト法では、熱伝導率が120W/mK未満となり、ドクターブレード法では、厚み1mm以上の放熱板を製造することができない。また、押し出し成型法であっても、上記条件を逸脱して製造されたものは熱伝導率が120W/mK未満となる。

【0019】

【実施例】以下、本発明を実施例と比較例をあげて具体的に説明する。

【0020】実施例1

酸素量1.2重量%、平均粒径3.5μmの窒化アルミニウム粉末100重量部、イットリア粉末4重量部、ステアリン酸2重量部をボールミルで5時間混合し、更にメチルセルロース7重量部、グリセリン3重量部、蒸留水13重量部を配合しミキサーで10分間混合した後、50

4

三本ロールに2回通して粘土状混練物を製造した。

【0021】これを押し出し成型機で、幅150mm、厚み1.3mmのシートに成型し、60×40mmに裁断した後、各シート表面にBN粉を塗布して5枚重ね、脱脂炉に入れてロータリーポンプで1kPaの減圧にし、温度480℃×5時間保持後、乾燥空気を5時間流通して脱脂した。

【0022】次いで、常圧窒素雰囲気中、温度1850℃で5時間保持した後、温度1700℃までの冷却速度を1.5℃/分として室温まで冷却し、51×34×1.0mmの窒化アルミニウム焼結体を製造し、3μm以上の表面研磨を施さないで放熱板とした。その密度、熱伝導率、耐荷重、抗折強度及び表面粗さを以下に従い測定し、表1に示した。

【0023】実施例2～3

グリーンシート厚みを3.6mm又は6.0mmとしたこと以外は、実施例1と同じ方法で窒化アルミニウム焼結体を製造した。

【0024】比較例1

窒化アルミニウム粉末95重量部、酸化イットリウム5重量部、有機結合剤としてポリビニルブチラールを8重量部、可塑剤としてグリセリントリオレートを6重量部、溶媒としてトルエンを30重量部配合し、ボールミルで30時間混合して得られたスラリーを、ドクターブレード法にて幅300mm、厚み1.2mmのグリーンシートを成型し60℃で乾燥した。

【0025】得られたグリーンシートは幅方向で最大80μm/100mmの厚みムラが生じ、またシートの表面状態も直径100μmのピンホールが1cm²当たり3個発生し放熱板としては不適切であったので、その後の焼成は行わなかった。

【0026】比較例2

窒化アルミニウムグリーンシートの脱脂を減圧下ではなく、乾燥空気のみで行ったこと以外は、実施例1と同じ方法で窒化アルミニウム焼結体を製造した。

【0027】(1) 窒化アルミニウム粉末の粒度 (n=5) : 粒度分析計 (レーザー回折法、N&L社 (英国) 製、商品名「マイクロトラックSPA-7997」) による。

(2) 窒化アルミニウム粉末の酸素量 (n=5) : LECO社製「TC-136型」O/N同時分析計による。

(3) 密度 (n=5) : アルキメデス法による。

(4) 熱伝導率 (n=5) : 熱伝導率測定装置 (真空理工社製「TC-3000」) による。

(5) 耐荷重、抗折強度 (n=5) : JISR1601に準じ、4mm幅に加工し、3点曲げ法による。

(6) 表面粗さR_a (n=5) : 表面粗さ計 (ミットヨビ社製針触式表面粗さ計「サーフテスト301」) による。

(7) 絶縁耐圧 (n=5) : JISC2110に準拠

5

し、DC500Vで測定。

【0028】

【表1】

6

	実施例			比較例	
	1	2	3	1	2
<グリーンシート>					
成型法	押出し成型	押出し成型	押出し成型	押しプレス	押出し成型
厚み (mm)	1.2	3.0	6.0	1.2	1.2
厚みムラ ($\mu\text{m}/100\text{mm}$ 幅)	20	25	25	80	20
ピンホール (個/ cm^2)	0	0	0	3	0
<窒化アルミニウム焼結体>					
厚み (mm)	1.0	3.0	5.0	—	1.0
密度 (g/cm^3)	3.2	3.2	3.2	—	3.2
熱伝導率 (W/mK)	135	135	135	—	105
耐荷重 (N)	20	204	704	—	20
抗折強度 (MPa)	331	308	353	—	331
絶縁破壊電圧 (kV)	10	57	66	—	10
表面粗さ Ra (μm)	0.5	0.5	0.5	—	0.5

【0029】

【発明の効果】本発明の窒化アルミニウム製放熱板は、

厚みが1～5mmにして高熱伝導性であり、耐荷重、抗折強度、絶縁性等の信頼性に優れたものである。